植物精油混合物对海兰褐蛋鸡生产性能、蛋品质、卵泡发育及血清生殖激素指标的影响[1]

张 安[1] 王来娣[1] 彭 艳[2] 施寿荣[1*]

（1.中国农业科学院家禽研究所，扬州 225125；2.上海美农生物科技股份有限公司，上海 201807）

摘 要：本试验旨在研究植物精油混合物对海兰褐蛋鸡生产性能、蛋品质、卵泡发育及血清生殖激素指标的影响。选取432只体重和产蛋率接近的25周龄健康海兰褐蛋鸡，随机分为4组，每组6个重复，每个重复18只鸡。对照组饲喂玉米-豆粕型基础饲粮，试验组分别饲喂在基础饲粮中添加75、150和225 mg/kg植物精油混合物的试验饲粮。预试期3周，正试期12周。结果表明：1）150 mg/kg植物精油混合物组蛋重显著高于对照组(P<0.05)。各组间产蛋率、采食量、产蛋量和料蛋比无显著差异（P>0.05）。2）75和150 mg/kg植物精油混合物组哈氏单位显著高于225 mg/kg植物精油混合物组(P<0.05)，150 mg/kg植物精油混合物组蛋白高度显著高于225 mg/kg植物精油混合物组(P<0.05)，225 mg/kg植物精油混合物组蛋壳比例显著高于其他各组(P<0.05)。各组间蛋形指数、蛋壳颜色、蛋壳厚度、蛋壳强度、蛋黄颜色、蛋黄比例、蛋白比例无显著差异（P>0.05）。3）各组间蛋鸡卵泡发育指标无显著差异（P>0.05）。4）225 mg/kg植物精油混合物组血清孕酮含量显著高于其他各组(P<0.05)。各组间其他血清生殖激素指标无显著差异（P>0.05）。综上所述，饲粮中添加150 mg/kg植物精油混合物可改善蛋鸡的蛋重及蛋白品质，且对卵泡发育的影响较小。

关键词：蛋鸡；植物精油混合物；蛋品质；卵泡发育；生殖激素

中图分类号：S831

在畜禽生产中，抗生素作为促生长剂在全世界范围广泛使用，保证了畜禽业的快速发展，

收稿日期：2017-10-19

作者简介：张 安（1973-），女，江苏扬州人，硕士研究生，从事家禽营养研究。E-mail: 11925590@qq.com

*通信作者：施寿荣，副研究员，E-mail: ssr236@163.com

但随着人们对食品安全与健康的重视，抗生素的使用所带来的种种问题如细菌耐药性、抗生素残留等受到越来越多的关注。2006 年欧盟禁止所有抗生素的使用，这就更加促使我们去寻求安全有效的抗生素替代品，如草本精油、益生元、益生菌以及有机酸等[1-2]。植物精油因其具有抑菌、抗氧化、调节免疫、促进生长、改善肠道内环境等方面的优点而成为研究热点[3]。国外对植物精油生物活性的研究起步较早，已取得一定成果，并逐步深入到作用机理的细胞、分子层面[4]，而国内相关研究较少，主要集中于植物精油对猪、肉鸡生产性能以及肠道功能的影响方面[5-7]。本试验旨在研究在饲粮中添加不同水平的植物精油混合物（essential oil mixture，EOM）对海兰褐蛋鸡生产性能、蛋品质、卵泡发育及血清生殖激素指标的影响，以期为其在蛋鸡生产中的推广应用提供理论参考。

1　材料与方法

1.1　试验材料

植物精油混合物由上海美农生物科技股份有限公司提供，主要为 18%肉桂醛、3%香芹酚、1%百里香酚，以二氧化硅为载体棕榈油包被而成。

1.2　试验设计

选取体重和产蛋率接近的 25 周龄健康海兰褐蛋鸡 432 只，随机分成 4 组，每组 6 个重复，每个重复 18 只鸡。预试期 3 周，正试期 12 周。对照组饲喂玉米-豆粕型基础饲粮，试验组分别饲喂在基础饲粮中添加 75、150 和 225 mg/kg 植物精油混合物的试验饲粮。基础饲粮参考 NRC（1994）[8]家禽营养需要和我国《鸡饲养标准》（2004）配制，其组成及营养水平见表 1。

表 1　基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of the basal diet （air-dry basis）　%

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	62.7
大豆粕 Soybean meal	26.3
石粉 Limestone	8.5
DL-蛋氨酸 *DL*-Met	0.1
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.0

氯化胆碱 Choline chloride (50%)	0.1
食盐 NaCl	0.3
预混料 Premix	1.0
合计 Total	100.0
营养水平 Nutrient levels	
代谢能 ME/（MJ/kg）	2.65
粗蛋白质 CP	16.61
钙 Ca	3.50
有效磷 AP	0.35
蛋氨酸 Lys	0.35
赖氨酸 Met	0.85

预混料为每千克饲粮提供 The premix provides the following per kg of the diet: VA 7 715 IU，VD 32 755 IU，VE 8.81 IU，VK 2.2 mg，VB 0.55 mg，烟酸 nicotinic acid 19.8 mg，叶酸 folic acid 0.28 mg，Mn 50 mg，Fe 25 mg，Cu 2.5 mg，Zn 50 mg，I 1.0 mg，Se 0.15 mg。

1.3 饲养管理

试验在中国农业科学院家禽研究所试验基地进行。采用 3 层阶梯式笼养，每天定时饲喂 2 次（08：00、15：00）。自由采食、饮水，常规饲养。各组饲养管理条件保持完全相同，参考美国海兰公司推荐饲养方法饲养管理。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 生产性能

试验期间每天以重复为单位准确记录产蛋数、蛋重和鸡只死亡数。每周进行结料并记录耗料量。计算产蛋率、采食量、产蛋量、蛋重和料蛋比。

1.4.2 蛋品质

在试验结束时，每个重复随机选取 6 只鸡蛋测定蛋品质，包括蛋形指数、蛋壳颜色、蛋壳厚度、蛋壳强度、蛋白高度、蛋黄颜色、哈氏单位、蛋黄比例、蛋壳比例、蛋白比例。

哈氏单位＝100×log（$H-1.7W^{0.37}+7.57$）。

式中：H为浓蛋白高度（mm）；W为蛋重（g）。

主要仪器设备包括：CM-2300d 分光测色计（日本 MINOLTA 公司）、电子数显卡尺（广

陆数字测控股份有限公司）、多功能蛋品质测定仪、蛋壳厚度测定仪、蛋壳强度测定仪（以色列 ORKA 公司）。

1.4.3　卵泡发育

在试验结束时，每个重复随机选取 2 只蛋鸡称重后进行翅静脉采血，记录后屠宰，肉眼观察记录等级卵泡、闭锁卵泡、小黄卵泡以及大白卵泡的数量，并测量输卵管长度。计算输卵管相对长度：

输卵管相对长度（cm/kg）=输卵管长度(cm)/蛋鸡活重(kg)。

1.4.4　血清生殖激素

试验结束时将采集的血液离心制作血清，测定血清中生殖激素含量，包括催乳素、孕酮、雄激素、促卵泡素、促黄体素以及雌二醇。血清生殖激素指标测定均采用放射免疫法（RIA），试剂盒均购自北方生物技术公司，具体方法参照说明书进行。

1.5　数据处理和统计分析

所有数据经 Excel 2010 软件初步处理后，用 SPSS 20.0 单因素方差分析，结果以“平均值±标准差”表示，采用单因素方差分析（one-way ANOVA）检验组间差异显著性，再进行 LSD 多重比较，以 $P<0.05$ 为差异显著判断标准。

2　结　果

2.1　植物精油混合物对蛋鸡生产性能的影响

植物精油混合物对蛋鸡生产性能的影响见表 2。150 mg/kg 植物精油混合物组蛋重显著高于对照组($P<0.05$)。各组间产蛋率、采食量、产蛋量和料蛋比无显著差异（$P>0.05$）。150 mg/kg 植物精油混合物组的产蛋率、采食量最高，而 225 mg/kg 植物精油混合物组的料蛋比最低。

表 2　植物精油混合物对蛋鸡生产性能的影响

Table 2　Effects of essential oil mixture on performance of laying hens

项目 Items	植物精油混合物添加水平 Essential oil mixture supplemental level/(mg/kg)				*P* 值
	0	75	150	225	*P*-value

产蛋率 Laying rate/%	95.68±1.37	95.03±1.68	96.79±0.74	95.17±0.86	0.084
采食量 Feed intake/kg	121.24±3.18	121.52±0.70	122.81±0.54	120.95±1.12	0.422
产蛋量 Egg production/(g/d)	57.09±0.90	56.65±1.43	57.71±1.00	58.25±0.44	0.059
蛋重 Egg weight/g	59.62±0.72[b]	59.54±0.57[b]	60.89±0.71[a]	59.95±0.25[b]	0.003
料蛋比 F/E	2.12±0.04	2.14±0.06	2.13±0.01	2.08±0.02	0.146

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（$P<0.05$），相同或无字母表示差异不显著（$P>0.05$）。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference ($P<0.05$), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference ($P>0.05$). The same as below.

2.2 植物精油混合物对蛋鸡蛋品质的影响

植物精油混合物对蛋鸡蛋品质的影响见表 3。各组间蛋鸡蛋形指数、蛋壳颜色、蛋壳厚度、蛋壳强度、蛋黄颜色、蛋黄比例、蛋白比例无显著差异（$P>0.05$）。75 和 150 mg/kg 植物精油混合物组的哈氏单位显著高于 225 mg/kg 植物精油混合物组($P<0.05$)；150 mg/kg 植物精油混合物组的蛋白高度最高，显著高于 225 mg/kg 植物精油混合物组($P<0.05$)；225 mg/kg 植物精油混合物组的蛋壳比例显著高于其他各组($P<0.05$)。

表 3　植物精油混合物对蛋鸡蛋品质的影响

Table 3　Effects of essential oil mixture on egg quality of laying hens

项目 Items	植物精油混合物添加水平 Essential oil mixture supplemental level/(mg/kg)				P 值
	0	75	150	225	P-value
蛋形指数 Shape index	1.31±0.00	1.30±0.02	1.31±0.01	1.30±0.01	0.851
蛋壳颜色 Eggshell color	23.23±2.83	21.86±2.07	22.18±2.89	22.52±3.20	0.848
蛋壳厚度 Eggshell thickness/mm	36.30±0.66	36.45±1.76	36.87±0.66	37.53±1.58	0.361
蛋壳强度 Eggshell strength/N	28.00±3.62	28.87±0.36	27.60±1.50	29.20±3.38	0.737
蛋白高度 Albumen height/mm	5.99±0.89[ab]	6.07±0.40[ab]	6.46±0.72[a]	5.25±0.50[b]	0.038
蛋黄颜色 Yolk color	5.57±0.84	5.59±0.73	4.98±0.70	5.59±0.22	0.353
哈氏单位 Haugh unit	72.19±5.49[ab]	77.68±5.59[a]	77.45±5.69[a]	68.11±3.85[b]	0.013
蛋黄比例 Yolk ratio/%	25.43±0.62	25.26±1.13	25.66±0.30	25.45±0.48	0.813
蛋壳比例 Eggshell ratio/%	9.84±0.19[b]	9.85±0.08[b]	9.70±0.14[b]	10.10±0.21[a]	0.008
蛋白比例 Albumen ratio/%	64.73±0.68	64.88±1.36	64.52±0.36	64.61±0.33	0.879

2.3 植物精油混合物对蛋鸡卵泡发育的影响

植物精油混合物对蛋鸡卵泡发育的影响见表 4。各组间等级卵泡、闭锁卵泡、小黄卵泡以及大白卵泡的数量无显著差异（$P>0.05$），且各组间输卵管相对长度也无显著差异（$P>0.05$）。

表 4 植物精油混合物对蛋鸡卵泡发育的影响

Table 4 Effects of essential oil mixture on follicle development of laying hens

项目 Items	植物精油混合物添加水平 Essential oil mixture supplemental level/(mg/kg)				*P* 值
	0	75	150	225	*P*-value
等级卵泡 Hierarchical yellow follicles/个	5.42±0.38	5.58±0.58	5.50±0.77	5.92±1.16	0.703
闭锁卵泡 Atretic follicle/个	12.75±3.42	12.50±0.84	12.67±4.74	10.83±3.78	0.752
小黄卵泡 Smaller yellow follicles/个	11.58±2.82	10.42±2.44	10.17±3.79	12.38±0.63	0.584
大白卵泡 Large white follicles/个	15.42±3.46	13.25±5.00	14.25±2.58	15.50±3.13	0.678
输卵管相对长度 Relative lengths of oviduct/(cm/kg)	33.91±2.52	33.57±2.26	32.88±1.02	31.89±7.32	0.832

2.4 植物精油混合物对蛋鸡血清生殖激素指标的影响

植物精油混合物对蛋鸡血清生殖激素指标的影响见表 5。225 mg/kg 植物精油混合物组的血清孕酮含量显著高于对照组($P<0.05$)。各组间催乳素、雄激素、促卵泡素、促黄体素以及雌二醇含量无显著差异（$P>0.05$）。

表 5 植物精油混合物对血清生殖激素指标的影响

Table 5 Effects of essential oils on serum reproductive hormone indices of laying hens

项目 Items	植物精油混合物添加水平 Essential oil mixture supplemental level/(mg/kg)				*P* 值 *P*-value
	0	75	150	225	
催乳素 PRL/(mIU/mL)	289.12±52.95	221.25±62.38	257.86±61.06	232.61±44.05	0.220
雄激素 T/(ng/mL)	0.08±0.05	0.10±0.06	0.09±0.04	0.10±0.05	0.784
促卵泡素 FSH/(mIU/mL)	3.07±1.71	2.89±1.35	2.31±1.64	2.09±1.00	0.611
雌二醇 E_2/(pg/mL)	1 360.91±96.58	1 274.40±211.41	1 440.76±87.20	1 321.55±58.70	0.174
促黄体素 LH/(mIU/mL)	2.58±1.59	2.52±1.92	2.66±0.62	2.99±0.88	0.961
孕酮 P/(ng/mL)	0.06±0.05^{b}	0.06±0.05^{b}	0.09±0.02^{b}	0.12±0.05^{a}	0.047

3 讨 论

3.1 植物精油混合物对蛋鸡生产性能的影响

本试验结果显示，饲粮添加 150 mg/kg 植物精油混合物后蛋重显著增加，这与 Bölükbasi 等[9]的研究结果一致，而 Metin 等[3]和 Bozkurt 等[10]研究结果均显示饲粮精油并没有显著增加蛋重。本试验中，饲粮添加植物精油混合物对蛋鸡产蛋率、采食量、产蛋量和料蛋比无显著影响。这与毛红霞等[11]研究结果一致；而 Bölükbasi 等[12]的研究结果也显示，饲粮添加百里香精油后对蛋鸡的料蛋比无显著影响；Florou-Paneri 等[13]等研究表明，饲粮添加牛至精油对采食量无显

著影响。但 Ma 等[14]和 Metin 等[3]研究结果显示，饲粮添加精油能显著提高产蛋量和料蛋比。这可能与用于试验的精油成分复杂、含量不同有关，也有可能是本试验添加水平和饲养环境的原因未能发挥出精油对于蛋鸡生产性能的最佳作用。

3.2 植物精油混合物对蛋鸡蛋品质的影响

Bozkurt 等[10]研究了植物精油混合物对缓解蛋鸡高温应激的影响，结果显示饲粮中添加植物精油混合物能显著降低蛋鸡死亡率，显著增加蛋壳重量。这与本试验 225 mg/kg 植物精油混合物组蛋壳比例显著高于其他各组的结果一致。精油的添加可以提高蛋壳比例，这可能因为添加精油能够促进有益菌的增加，因而肠道对矿物质的吸收能力增强，尤其是镁离子（Mg^{2+}）和钙离子（Ca^{2+}），因此蛋壳比例增加[16]。饲粮添加植物精油混合物对蛋黄颜色和蛋黄比例的影响并不显著，这与 Bozkurt 等[10]等结果一致，但有研究表明香芹酚能够通过介导肝脏的调节机制以促进卵黄前体物质从肝脏转移，进而导致蛋黄比例的增加[17-18]。分析可能是由于用于研究的植物精油混合物的成分不一致，本试验所用植物精油混合物的主要成分是肉桂醛、百里香酚等，而其他研究[17-18]所用精油中香芹酚的含量较大。蛋白高度和哈氏单位是确定蛋品质的重要指标，本试验结果显示，150 mg/kg 植物精油混合物组的蛋白高度最高，显著高于 225 mg/kg 植物精油混合物组；75、150 mg/kg 植物精油混合物组的哈氏单位显著高于 225 mg/kg 植物精油混合物组，说明饲粮添加植物精油混合物能改善蛋白品质，但添加水平不宜过高。这与 Metin 等[3]的结果不一致，可能与用于研究的精油成分不一致有关，造成本试验结果的原因可能是在蛋的形成过程中，植物精油混合物的作用影响输卵管腺体分泌的浓蛋白的含量以及成分，具体机制需要进行进一步的研究。

3.3 植物精油混合物对蛋鸡卵泡发育和血清生殖激素指标的影响

本试验结果显示，各组间等级卵泡、闭锁卵泡、小黄卵泡以及大白卵泡的数量无显著差异，而饲粮添加物精油混合物能够增加血清中孕酮的含量，而对其他血清生殖激素如催乳素、雄激素、促卵泡素、促黄体素以及雌二醇含量无显著影响，对输卵管相对长度也无显著影响。这说

明植物精油混合物对卵泡发育以及输卵管长度的影响较小，而饲粮添加植物精油混合物后孕酮含量增加。时艺霖等[19]研究结果显示，紫苏籽提取物能极显著提高蛋鸡血清中孕酮和雌二醇的含量。有研究显示，孕酮可以抑制血钙含量的升高，促进钙转运至输卵管，能够增加蛋壳厚度，增强蛋壳强度[20]，而这与本试验的结果相符合，225 mg/kg 植物精油混合物组的血清孕酮含量显著高于其他各组，且其蛋壳比例也显著高于其他各组，蛋壳强度和蛋壳厚度也达到了最高值。有关饲粮添加植物精油混合物对血清孕酮含量以及蛋壳间的分子作用机制仍需进行进一步的研究。

4 结 论

饲粮添加 150 mg/kg 植物精油混合物可改善蛋鸡的蛋重及蛋白品质，且对卵泡发育的影响较小。

参考文献：

[1] HERTRAMPF J W.Alternative antibacterial performance promoters[J].Poultry International,2001,40(1):50–52.

[2] HOOGE D M.Dietary alternatives for improving live performance of antibiotic-free poultry[J].Zootecnica International,2006（3）:42–51.

[3] METIN Ç,SERDAR E,AHMET A， et al.Effects of herbal essential oil mixture as a dietary supplement on egg production in quail[J/OL].The Scientific World Journal,2014,http://dx.doi.org/10.1155/2014/573470.

[4] 贾聪慧,陈旻远,杨彩梅，等.植物精油对单胃动物生产性能与健康的调控[J].动物营养学报,2015,27(4):1055-1060.

[5] 纪少丽,李爱花,姜洁凌.饲料中添加植物提取物对断奶-育肥猪生长性能及胴体品质的影响[J].中国畜牧杂志,2013,49(8):61-67.

[6] 刘洋,臧素敏,李同洲,等.肉桂醛对肉鸡肠道菌群、肠道结构及营养物质消化率的影响[J].中国畜牧杂志,2013,13:65-68.

[7] 王改琴,邬本成,承宇飞,等.植物精油对生长猪生产性能和健康水平的影响[J].家畜生态学报,2014,8:18-21.

[8] NRC.Nutrient requirements of poultry[S].9th ed.Washington D.C.:National Academy Press,1994.

[9] BÖLÜKBASI S C,ERHAN M K, KAYNAR O.The effect of feeding thyme,sage and rosemary oil on laying hen performance cholesterol and some proteins ratio of egg yolk and *Escherichia coli* count in feces[J].Archiv für Geflugelkunde,2008,72(5):231–237.

[10] BOZKURT M,KÜCÜKYILMAZ K,PAMUKCU M,et al.Long-term effects of dietary supplementation with an essential oil mixture on the growth and laying performance of two layer strains[J].Italian Journal of Animal Science,2012,11(5):23–28.

[11] 毛红霞,武书庚,张海军,等.植物提取精油混合物对肉仔鸡生长性能、肠道菌群和肠黏膜形态的影响[J].动物营养学报,2011,23(3):433-439.

[12] BÖLÜKBASI S C,ERHAN M K,KAYNAR O.Effect of dietary thyme oil on laying hens performance,cholesterol ratio of egg yolk and Escherichia coli concentration in feces[J].International Journal of Natural and Engineering Science,2007(1):55–58.

[13] FLOROU-PANERI P,NIKOLAKAKIS I,GIANNENAS I,et al.Hen performance and egg quality as affected by dietary oregano essential oil and α-tocopheryl acetate supplementation[J].International Journal of Poultry Science,2005,4(7):449–454.

[14] MA D,SHAN A,CHENETAL Z.Effect of *Ligustrum* lucidum and *Schisandra chinensis* on the egg production,antioxidant status and immunity of laying hens during heat stress[J].Archives of Animal Nutrition,2005,59(6):439–447.

[15] BOZKURT M,KÜCÜKYILMAZ K,CATLIAU M,et al.performance,egg quality and immune response oflaying hens fed diets supplemented with mannan-oil-gosaccharide or an essential oil mixture under moderate and hot environmental conditions[J].Poultry Science,2012,91(6):1379-1386.

[16] ROBERFROID M B.Prebiotics and probiotics:are they functional foods?[J]American Journal of Clinical Nutrition,2000,71(Suppl):1682–1687.

[17] BOTSOGLOU N A,YANNAKOPOULOS A L,FLETOURIS D J,et al.Effect of dietary thyme on the oxidative stability of egg yolk[J].The Journal of Agricultural and Food Chemistry,1997,45:3711-3716.

[18] BOTSOGLOU N A,FLOROU-PANERI P,CHRISTAKI E,et al.Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast,thigh and abdominal fat tissues[J].British Poultry Science,2002,43:223–230.

[19] 时艺霖,顾宪红,黄勇,等.紫苏籽提取物对蛋鸡产蛋高峰后期生产性能、生殖激素及免疫功能的影响[J].动物营养学报,2015,27(5):1519-1526.

[20] 赵海璇.孕酮对蛋鸡蛋壳钙化过程的影响[D].博士学位论文.新疆:石河子大学,2013.

Effects of Essential Oil Mixture on Performance, Egg Quality, Follicular Development and Serum Reproductive Hormones Indices of Laying Hens[i]

ZHANG An[1] WANG Laidi[1] PENG Yan[2] SHI Shourong[1*]

（1. *Poultry Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Yangzhou* 225125, *China*; 2. *Menon Animal Nutrition Technology Co., Ltd., Shanghai* 201807, *China*）

Abstract: This study was conducted to investigate the effects of essential oil mixture (EOM) on performance, egg quality, follicular development and serum reproductive hormones indices of laying

hens. A total of 432 twenty-five-week-old healthy Hy-Line Brown laying hens with similar body weight and laying rate were randomly divided to 4 groups with 6 replicates per group and 18 birds per replicate. Hens in the control group were fed a corn-soybean meal basal diet, and the others in the experimental group were fed the basal diets supplemented with 75, 150 and 225 mg/kg EOM, respectively. The adaptation period lasted for 3 weeks and the formal period lasted for 12 weeks. The results showed as follows: 1) the egg weight of 150 mg/kg EOM was significantly higher than that of control group (*P*<0.05). However, there were no significant differences on laying rate, feed intake, egg production and feed to egg ratio among all groups （*P*>0.05）. 2) The Haugh unit of 75 and 150 mg/kg EOM groups was significantly higher than that of 225 mg/kg group (*P*<0.05), the albumen height of 150 mg/kg EOM group was significantly higher than that of 225 mg/kg group (*P*<0.05), the eggshell ratio of 225 mg/kg EOM group was significantly higher than that of other groups (*P*<0.05). However, there were no significant differences on shape index, eggshell color, eggshell thickness, eggshell strength, yolk color, yolk ratio and albumen ratio among all groups （*P*>0.05）. 3) There were no significant differences on follicular development indices among all groups （*P*>0.05）. 4) The serum progesterone content of 225 mg/kg EOM group was significantly higher than that of other groups (*P*<0.05). However, there were no differences on other serum reproductive hormone indices among all groups (*P*>0.05). In conclusion, dietary EOM can improve egg weight and albumen quality of laying hens, while it has little effect on the follicular development.

Key words: laying hens; essential oil mixture; egg quality; follicular development; reproductive hormone

*Corresponding author, associate professor, E-mail: ssr236@163.com （责任编辑　武海龙）